

Lektionsuppgifter om kombinationskretsar

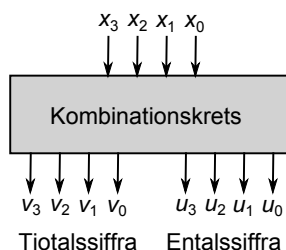
Uppgift 1. Konstruera en kombinationskrets för funktionen $y = f(x_3, x_2, x_1, x_0) = \sum(0, 6, 8, 12, 13, 14)$ med en multiplexer 4-1, inverterare, AND- och OR-grindar.

- Låt x_1 och x_0 kopplas in i multiplexerns adressgångar där x_1 är MSB. Realisera kretsen.
- Går det att välja signalerna till multiplexerns adressgångarna på något annat vis som ger en realisering av funktionen med färre inverterare och grindar.

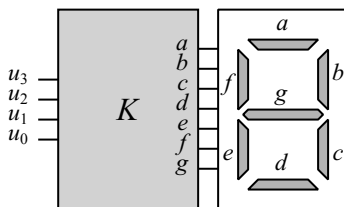
Uppgift 2. Ett kombinatoriskt nät ska konstrueras enligt figuren där $x = (x_3, x_2, x_1, x_0)$, $u = (u_3, u_2, u_1, u_0)$ och $v = (v_3, v_2, v_1, v_0)$ är decimala siffror 0-9 i BCD-kod. Kretsen ska kvadrera insignalen x så att utsignalerna v och u är kvadratens tiotal respektive ental, dvs följande likhet skall gälla

$$10v + u = x^2$$

Till exempel om $x = 0110$, dvs siffran 6, så skall utsignalen bli $6^2 = 36$. Detta innebär att $v = 0011$, dvs siffran 3, och $u = 0110$, dvs siffran 6. Konstruera det nät som genererar u med ett minimalt AND-OR nät. Inverterare får även användas. Observera att v inte behövs realiseras i uppgiften.



Uppgift 3. Figur 1 visar en 7-segmentsdisplay och en kombinationskrets K . 7-segmentsdisplayen ska visa det BCD-kodade tal $u = (u_3, u_2, u_1, u_0)$ som finns på kretsens ingångar. Figur 2 visar hur siffrorna ska se ut på displayen. Ett segment tänds när motsvarande signal är 1. Konstruera med hjälp av NAND-grindar ett nät för utsignalerna f och g (övriga utsignaler behöver inte beaktas). Insignalernas inverser är tillgängliga. Använd så få grindar som möjligt under förutsättning att grinddjupet maximalt ska vara två. Observera att displayen får visa vad som helst om u inte är en giltig BCD-kod och att NAND-grindarna får ha ett godtyckligt antal ingångar.



Figur 1: En 7-segmentsdisplay som styrs av en kombinationskrets K .



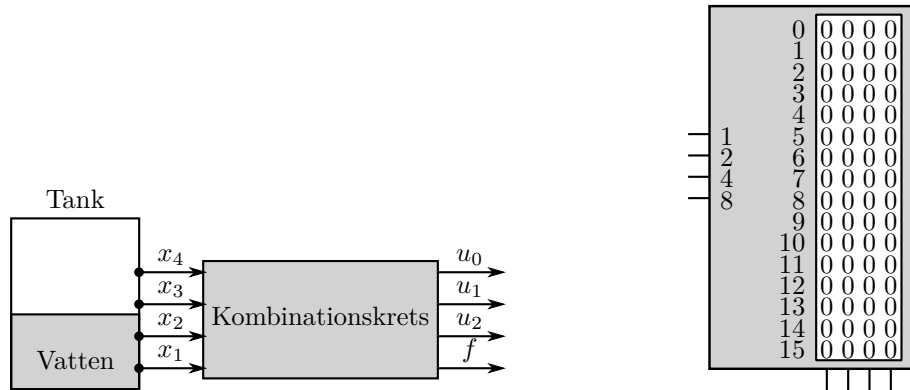
Figur 2: Font för 7-segmentssiffror.

Uppgift 4. Uppgiften är baserad på uppgift 4.8 i Hemert. Figur 3a visar en tank med 4 nivågivare $x = (x_1, x_2, x_3, x_4)$. Givarna ger ut $x_i = 1$ om och endast om de täcks av vatten. Konstruera en kombinationskrets som tar x som insignal och anger nivån i tanken som ett binärt tal $u = (u_2, u_1, u_0)$ där u_0 är minst signifikant bit. Utsignal f är en felsignal som ska sättas till 1 om och endast om värdet på x är orimligt. I fallet att x har ett orimligt värde så spelar det ingen roll vad värdet på u blir.

Några exempel:

$$\begin{aligned} x_1 = x_2 = x_3 = x_4 = 0 & \Rightarrow u = 000, f = 0 \\ x_1 = x_2 = x_3 = 1, x_4 = 0 & \Rightarrow u = 011, f = 0 \\ x_1 = x_3 = 1, x_2 = x_4 = 0 & \Rightarrow u = \text{don't care}, f = 1 \end{aligned}$$

Konstruera kombinationskretsen med hjälp av minnet som visas i figur 3b av PROM-typ.



(a) En tank med nivågivare kopplade till en kombinationskrets.

(b) Minne.

Figur 3: Illustrationer till uppgift 4.

Facit

Uppgift 1.

a) Då x_1x_0 kopplas in till adressgångarna erhålls:

adress x_1x_0	data ut y
00	$y = (x'_3x'_2)' = x_3 + x'_2$
01	$y = x_3x_2$
10	$y = x_2$
11	$y = 0$

vilket ger en åtgång på en AND-grind, en OR-grind samt en inverterare.

b) Om x_2x_1 kopplas till adressgångarna erhålls:

adress x_2x_1	data ut y
00	$y = x'_0$
01	$y = 0$
10	$y = x_3$
11	$y = x'_0$

vilket ger en åtgång på endast en inverterare.

Uppgift 2. Funktionstabell, Karnaughdiagram samt Booleska uttryck för entalsciffran u :

Funktionstabell:		Karnaughdiagram:							
$x_3x_2x_1x_0$	$u_3u_2u_1u_0$	u_3				u_2			
		x_1x_0	x_1x_0	x_1x_0	x_1x_0	x_3x_2	x_3x_2	x_3x_2	x_3x_2
		00	01	11	10	00	01	11	10
0000	0000	0	0	1	0	0	0	0	1
0001	0001	0	0	1	0	1	1	0	1
0010	0100	0	0	-	-	-	-	-	-
0011	1001	0	0	-	-	1	0	-	-
0100	0110	0	0	-	-	1	0	-	-
0101	0101	0	0	-	-	-	-	-	-
0110	0110	0	0	-	-	-	-	-	-
0111	1001	1	0	0	1	-	-	-	-
1000	0100	1	0	0	1	-	-	-	-
1001	0001	-	-	-	-	1	0	-	-
för övrigt	—	0	0	-	-	0	1	-	-

Uttrycken blir

$$\begin{aligned}
 u_3 &= x_1x_0 \\
 u_2 &= x_3x'_0 + x_2x'_1 + x_1x'_0 \\
 u_1 &= x_2x'_0 \\
 u_0 &= x_0
 \end{aligned}$$

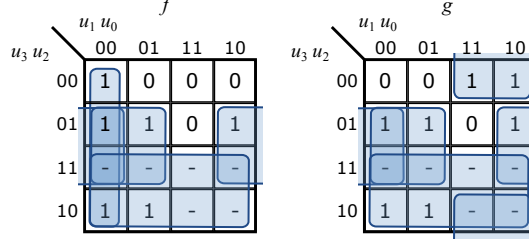
och realiseras med 2 inverterare, 5 AND-grindar och 1 OR-grind.

Uppgift 3. Funktionstabell, Karnaughdiagram samt Booleska uttryck för utsignalerna f och g :

Funktionstabell:

$u_3 u_2 u_1 u_0$	$f g$
0000	10
0001	00
0010	01
0011	01
0100	11
0101	11
0110	11
0111	00
1000	11
1001	11
f.ö.	-

Karnaughdiagram:



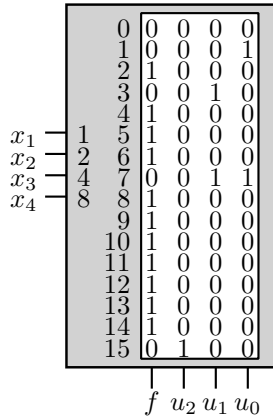
Det finns ingen väsentlig primimplikator som täcker 1:an i g för $u = 0110$ utan primimplikatorn är vald så att grindelning med nätet för f är möjlig. Uttrycken blir

$$f = u_2 u_1' + u_2 u_0' + u_3 + u_1' u_0' = ((u_2 u_1')'(u_2 u_0')' u_3' (u_1' u_0')')'$$

$$g = u_2 u_1' + u_2 u_0' + u_3 + u_2' u_1 = ((u_2 u_1')'(u_2 u_0')' u_3' (u_2' u_1)')$$

Används grindelning så behövs grindar för $(u_2 u_1')'$, $(u_2 u_0')'$, $(u_1' u_0')'$, $(u_2' u_1)'$ samt en grind för varje utsignal. Totalt krävs 6 NAND-grindar.

Uppgift 4. Efterfrågad funktion erhålls om minnet till exempel är programmerat som i figur 4.



Figur 4: Programmerat minne.